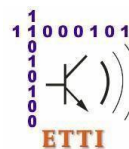
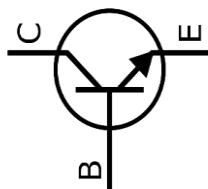


PROIECT 1

Proiectarea și realizarea unui preamplificator audio
cu corectie de ton



$N = 2$



Coordonator științific:
Prof. dr. ing. Dragoș Dobrescu

Zglimbea Andrei
Grupa 435 B

CUPRINS

1.Introducere.....	3
1.1 Amplificatorul audio.....	3
1.2 Corectorul de ton de tip Baxandall.....	3
2.Date initiale de proiectare.....	4
2.1 Descrierea proiectului.....	4
2.2 Schema bloc a montajului electric.....	4
2.3 Schema de principiu propusa a amplificatorului.....	5
2.4 Corectorul de ton de tip Baxandall.....	7
2.5 Dimensionarea componentelor corectorului de ton.....	7
2.6 Schema finala.....	8
3.Simulari.....	8
3.1 Simularea amplificatorului in LTSpice.....	8
3.2 Simularea circuitului de corectie de ton in LTSpice.....	12
3.3 Simularea preamplificatorului cu corectie de ton in LTSpice.....	13
4.Asamblare.....	14
4.1 Raport de post-procesare - Bill of materials (BOM).....	14
4.2 Plan de plantare pe perfo-board.....	15
4.3 Mod de realizare.....	15
5.Manual de utilizare.....	16
6.Bibliografia.....	17

1.INTRODUCERE

1.1 Amplificatorul audio

Un amplificator audio este utilizat pentru a crește amplitudinea unei forme de undă a semnalului, fără a modifica alți parametri ai formei de undă, cum ar fi frecvența sau forma de undă. Ele sunt unul dintre cele mai frecvent utilizate circuite în electronică și îndeplinesc o varietate de funcții într-un număr mare de sisteme electronice.

Amplificatoarele de tensiune audio sunt folosite pentru a amplifica semnalele de nivel scăzut de la microfoane, pickup-uri de bandă și disc. Cu circuite suplimentare, ele îndeplinesc funcții precum corecția tonului, egalizarea nivelurilor de semnal și mixarea de la diferite intrări, în general au câștig de tensiune ridicat, și mediu până la rezistență ridicată de ieșire.

Rolul unui amplificator audio este: de a mari semnalul sonor de intrare, de a reda un volum mai puternic. Iar aceste lucruri sunt posibile prin intermediul sistemului de boxe conectat la sursa de amplificare. Semnalul audio preluat de amplificator din dispozitive de recepție, precum instrumentele muzicale, laptopurile, casetofoanele, este de slabă putere. Circuitul de ieșire din componenta amplificatorului este cel care, după ce preia acest semnal slab, generează unul nou, mai puternic de această dată, care ajunge ulterior să fie redat prin intermediul boxelor. Boxele sunt un element intermediar al sunetului, reușind să ofere acea calitate despre care vorbim.

1.2 Corectorul de ton de tip Baxandall

Circuitul de control al tonului Baxandall este un circuit analogic care asigură controlul independent al frecvențelor joase și înalte, atât bass, cât și treble pot fi amplificate sau atenuate, iar cu ambii parametri în pozițiile lor medii, oferă un răspund de frecvență relativ plat.

În amplificatoarele hi-fi, controlul tonului se referă la creșterea sau reducerea anumitor frecvențe audio. Acest lucru se poate face pentru a se potrivi preferințelor ascultătorului, nu toată lumea percepe sunetul exact în același mod, de exemplu răspunsul în frecvență al urecii umane se modifică odată cu vârsta. Camera sau sala în care este reprodus sunetul va afecta, de asemenea, natura sunetului. Multe tehnici sunt folosite pentru a modifica sunetul, și în special răspunsul în frecvență al amplificatoarelor care produc sunetul. Acestea variază de la simple filtre RC, la rețele de control al frecvenței pasive și active până la procesarea complexă a semnalului digital.

2.DATE INITIALE DE PROIECTARE

2.1 Descrierea proiectului

Să se proiecteze și să se realizeze practic un preamplificator de audiofrecvență cu corecție de ton având următoarele caracteristici:

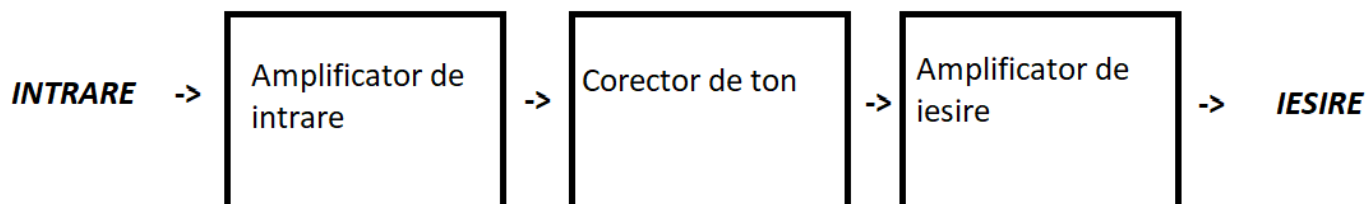
- Tensiunea de alimentare unipolară ($V_{CC}=12$ Volți) sau bipolară ($V_{CC}=12$, $V_{EE}=-V_{CC}$).

Semnalizarea prezenței tensiunii cu LED.

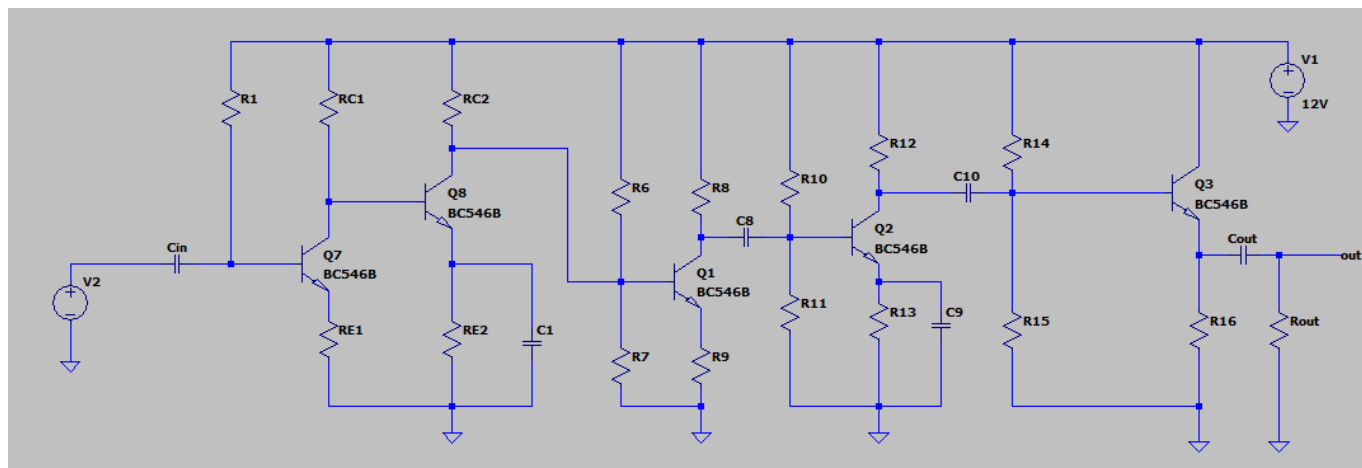
- Tensiune de intrare alternativă cu amplitudinea 10 mV.
- Banda de frecvență cuprinsă între $f_j=200$ Hz și $f_s=6$ kHz.
- Frecvența centrală neutră la corecția de ton 2 kHz.
- Corecție de ton de tip BAXANDALL sau echivalentă cu $\pm (12)$ dB.
- Amplificarea în tensiune la frecvența neutră 100, echivalentă 40 dB.
- Rezistența de ieșire pentru a utiliza rezistența de sarcină a unor căști de 600 Ohmi.

2.2 Schema bloc a montajului electric

Montajul este compus din 4 etaje de amplificare, respectiv unul de intrare și trei de ieșire, cuplate prin intermediul rețelei de reacție de tip RC.

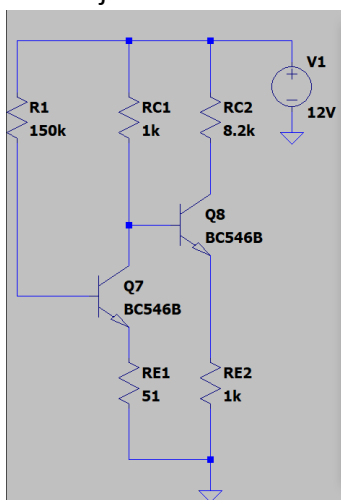


2.3 Schema de principiu propusa a amplificatorului



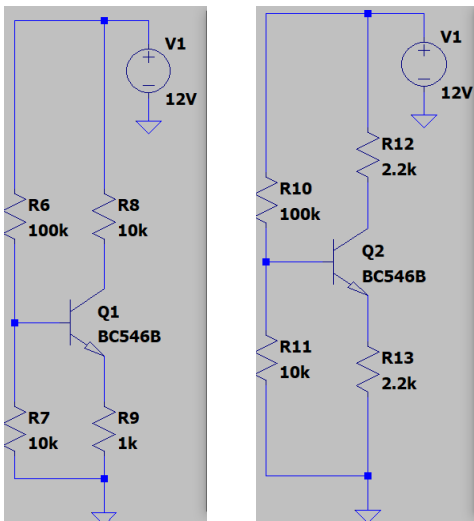
Amplificatorul este compus din 4 etaje de amplificare:

Etajul de intrare:



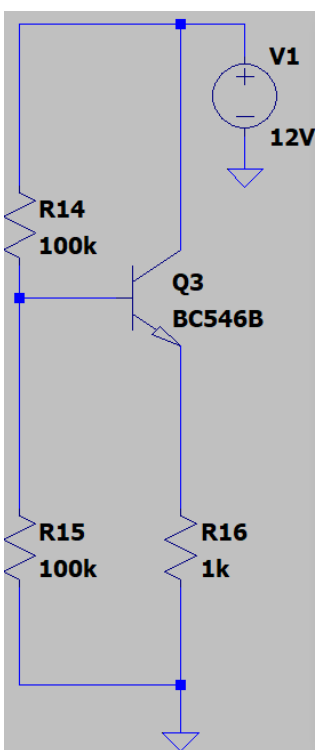
Acesta are rolul de combate atenuarea introdusa de corectorul de ton, astfel avand un castig de aproximativ 20 dB.

Etajele de amplificare:



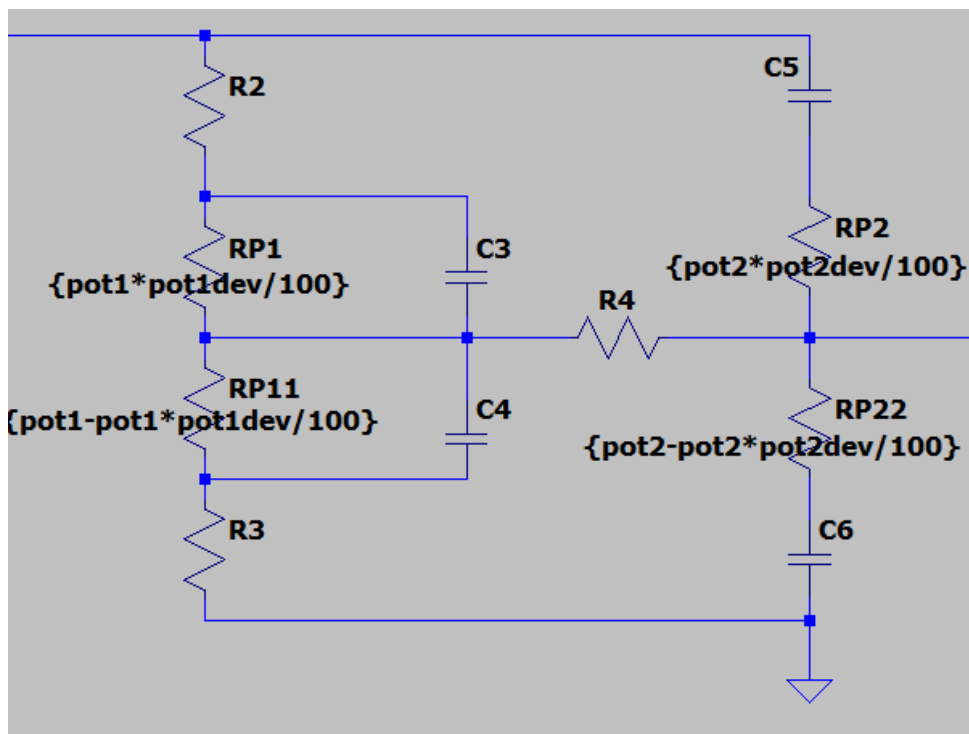
Cel de al doilea si al treilea etaj rolul de a amplifica semnalul cu 40 dB, acestea fiind in configuratia emitor comun. Acest tip de etaj introduce un defazaj de 90° , astfel prin folosirea a doua astfel de etaje semnalul de la iesire va fii in faza cu cel de la intrare.

Etajul de iesire:



Etajul de iesire este un colector comun, si acesta are rolul de a mentine amplificarea constanta la 40 dB indiferent de care este sarcina acestui preamplificator.

2.4 Corectorul de ton de tip Baxandall



2.5 Dimensionarea componentelor corectorului de ton

RP1 se afla la maxim , deci amplifica frecventele joase $f_j = 200 \text{ Hz}$.

R2 , C4 formeaza un FTJ $f_t = 1/2\pi R_2 C_4$, rezulta $R_2 = 15 \text{ k}\Omega$ si $C_4 = 10 \text{ nF}$.

RP1 la minim , deci atenueaza frecventele joase $f_j = 200 \text{ Hz}$.

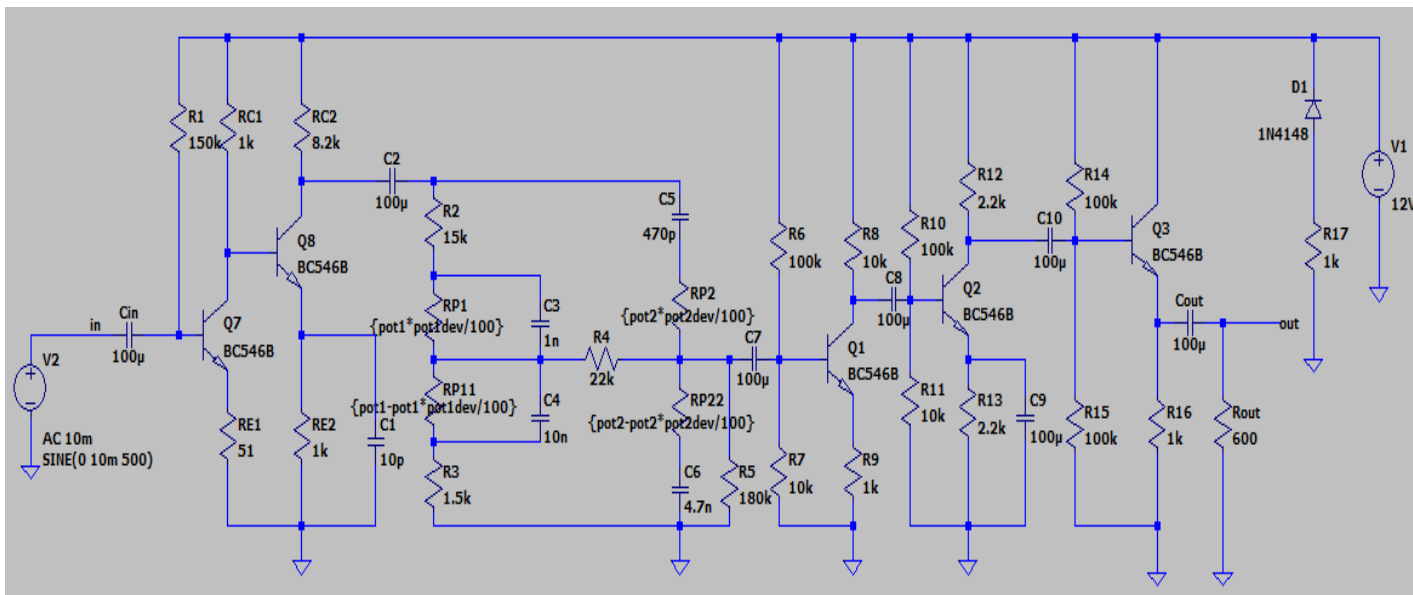
R3 , C3 formeaza un FTS $f_t = 1/2\pi R_3 C_3$, rezulta $R_3 = 1.5 \text{ k}\Omega$ si $C_3 = 1 \text{ nF}$.

RP2 la maxim , deci amplifica frecventele inalte $f_s = 6 \text{ kHz}$.

RP2 la minim , deci atenueaza frecventele inalte $f_s = 6 \text{ kHz}$.

R4 , C6 formeaza un FTJ $f_t = 1/2\pi R_4 C_6$, rezulta $R_4 = 22 \text{ k}\Omega$ si $C_6 = 4.7 \text{ nF}$

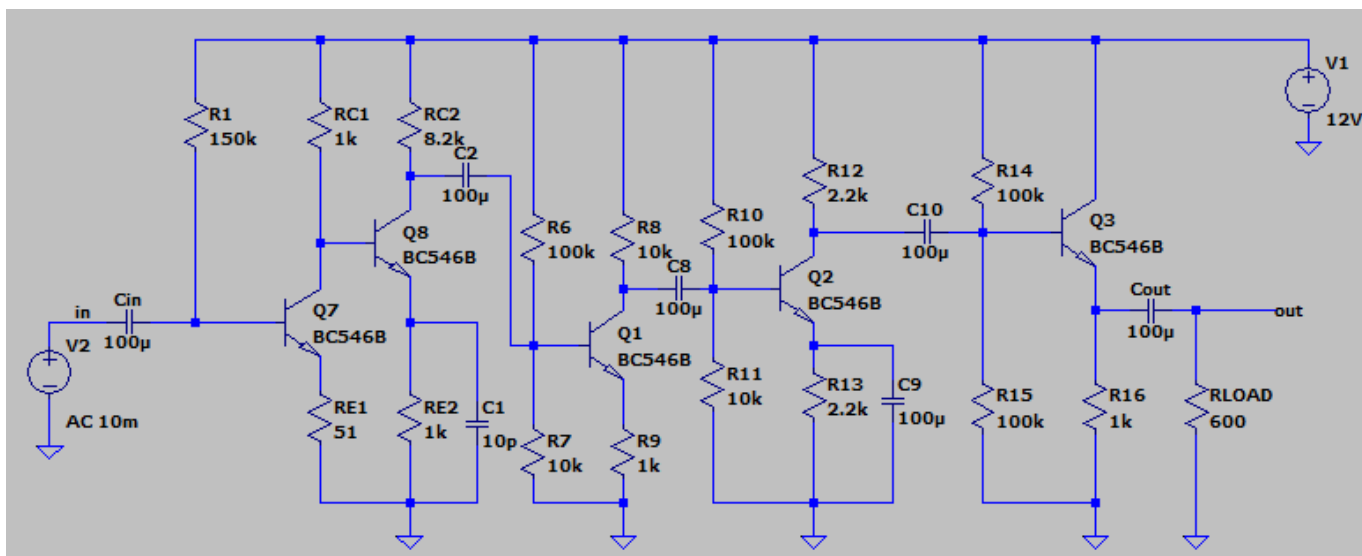
2.6 Schema finala



Se observa ca pe langa etajele de amplificare si circuitul de corectie de ton au mai fost adaugate multiple condensatoare si rezistente pentru a filtra etajele intre ele. De asemenea a mai fost adaugata un LED ce prezinta faptul ca circuitul este alimentat.

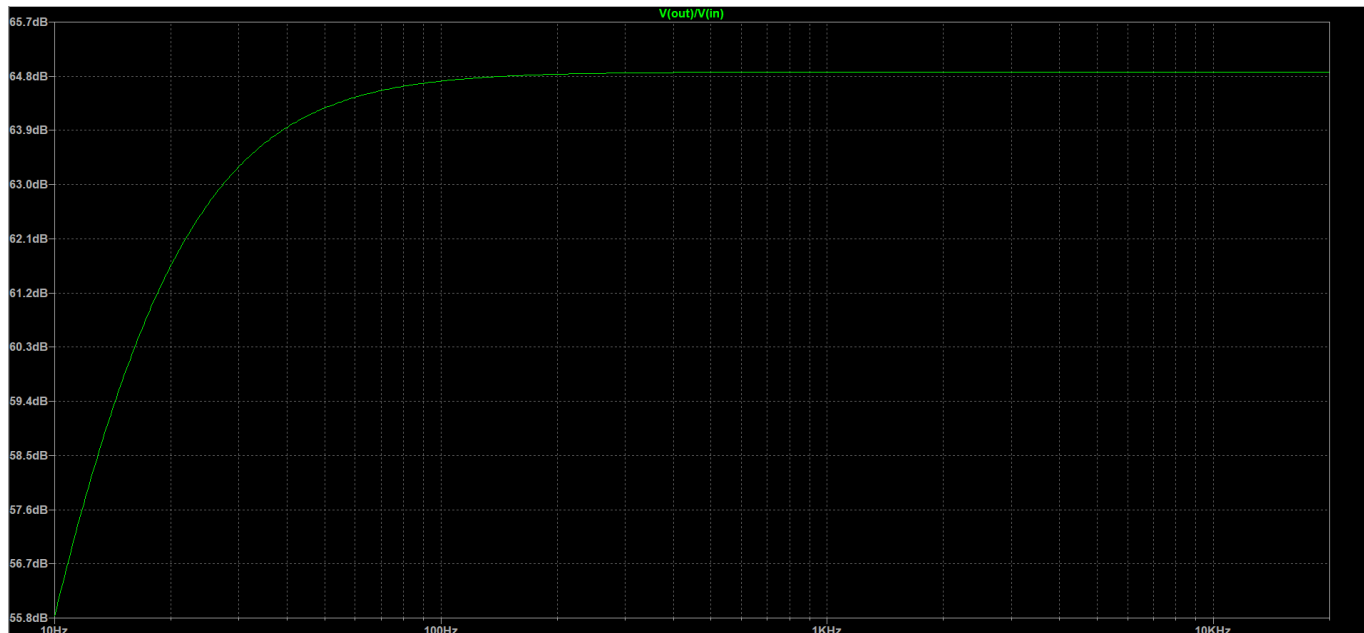
3.SIMULARI

3.1 Simularea amplificatorului in LTSpice



a) Simularea in frecventa

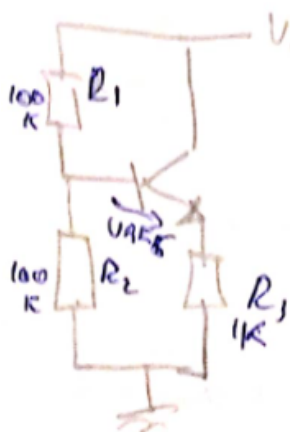
Vom realiza o simulare in a.c. pana la 20 kHz pentru a vedea raspunsul amplificatorului in frecventa in spectrul audio, acesta fiind cel de interes.



Se observa ca amplificatorul are un castig de 65 dB , pentru ca la iesirea intregului circuit sa obtinem un castig de aproximativ 40 dB , la frecventa neutra de 2 kHz , acesta trebuie sa compenseze atenuarea de aproximativ 20 dB introdusa de circuitul de corectie de ton, acesta fiind pasiv.

b) Simularea punctului static de functionare

Vom simula punctul static de functionare in LTSpice si il vom compara cu valorile rezultate din calcule, ce vor fii facute pentru fiecare etaj de amplificare in parte.

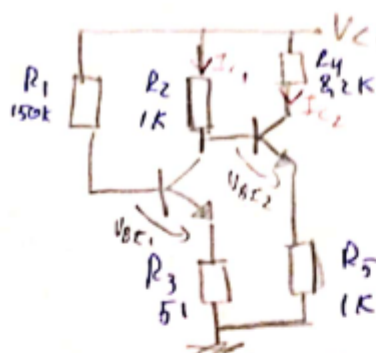


$$V_B = V_{CC} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 12 \cdot \frac{1}{100 + 1} = 6V$$

$$V_B = V_{BE} + I_{C5} \cdot R_3 \Rightarrow I_{C5} = \frac{V_B - V_{BE}}{R_3} = \frac{6 - 0.7}{1} = 0.54 \text{ mA}$$

$$V_{CE} = V_{CC} - I_{C5} \cdot R_C \Rightarrow V_{CE5} = 12 - 0.54 \cdot 20 = 11.46 \text{ V} \approx 10.6 \text{ V}$$

$\rightarrow I_{C5}$ in R.A.N



Darlington polarizat
BC 546 B, $\beta = 200$ si
 $V_{BE} = 0,6 V$.

Ap. ambele tranzist. in RAN.

$$V_{CC} = I_{B1} \cdot R_1 + V_{BE1} + I_{C1} \cdot R_3$$

$$\Rightarrow I_{B1} = \frac{I_{C1}}{\beta} \Rightarrow V_{CC} = \frac{I_{C1}}{\beta} \cdot R_1 + V_{BE1} + I_{C1} \cdot R_3$$

$$\Rightarrow I_{C1} = \frac{V_{CC} - V_{BE1}}{\frac{R_1}{\beta} + R_3} = \frac{11,4}{801} = 14,2 \text{ mA}$$

$$V_{CC} = I_{B2} \cdot R_2 + V_{BE2} + I_{C2} \cdot R_5 \Leftrightarrow V_{CC} - V_{BE2} = \frac{I_{C2}}{\beta} \cdot R_2 + I_{C2} \cdot R_5$$

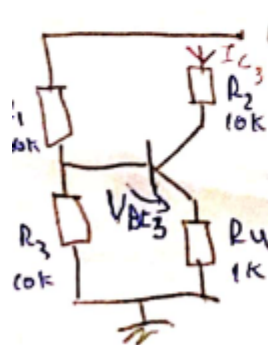
$$\Rightarrow I_{C2} = \frac{V_{CC} - V_{BE2}}{\frac{R_2}{\beta} + R_5} = \frac{11,4}{1005} = 11,3 \text{ mA}$$

$$V_{CC} = I_{C2} \cdot R_4 + V_{CE2} + I_{C2} \cdot R_5 \Rightarrow V_{CE2} = V_{CC} - I_{C2} (R_4 + R_5)$$

$$\Rightarrow V_{CE2} = 11,2 V > 0,6 V \Rightarrow T_2 \text{ in RAN}$$

$$V_{CC} = I_{C1} \cdot R_2 + V_{CE1} + I_{C1} \cdot R_3 \Rightarrow V_{CE1} = V_{CC} - I_{C1} (R_2 + R_3)$$

$$\Rightarrow V_{CE1} = 0,4 V > 0,6 V \Rightarrow T_1 \text{ in RAN}$$



$$V_B = V_{CC} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} = \frac{12 \cdot 10}{20} = 6 V$$

$$V_B = V_{BE3} + I_{C3} \cdot R_4 \Rightarrow I_{C3} = \frac{V_B - V_{BE3}}{R_4} = \frac{6 - 0,6}{1K}$$

$$\Rightarrow I_{C3} = 0,5 \text{ mA}$$

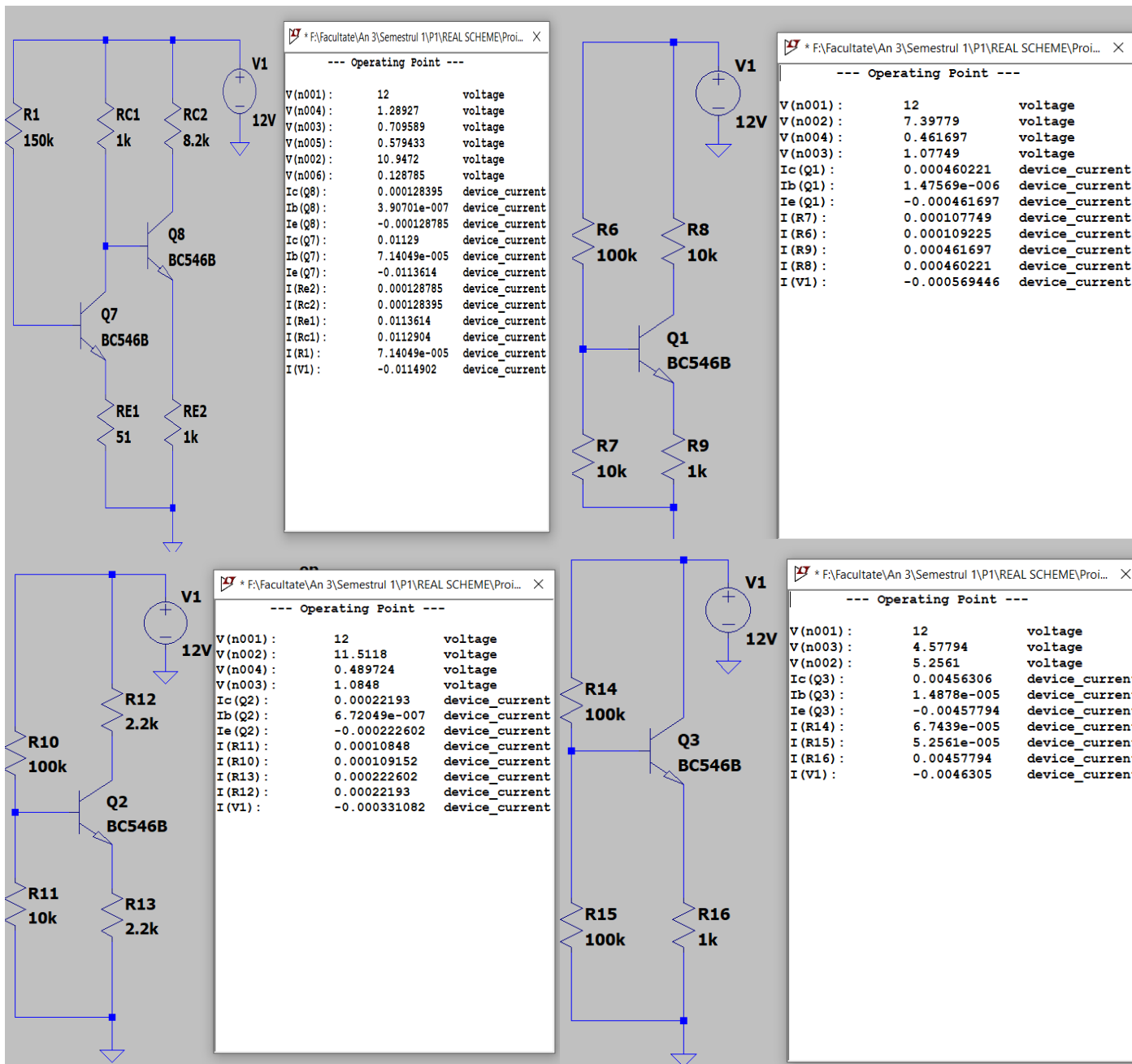
$$V_{CC} = I_{C3} (R_2 + R_4) + V_{CE3} \Rightarrow V_{CE3} = V_{CC} - I_{C3} (R_2 + R_4)$$

$$\Rightarrow V_{CE3} = 6,5 V > 0,6 V \Rightarrow T_3 \text{ in RAN}$$

Cal de al treia etapa este similar cu al celei de doua, dar diferă valorile rezistențelor

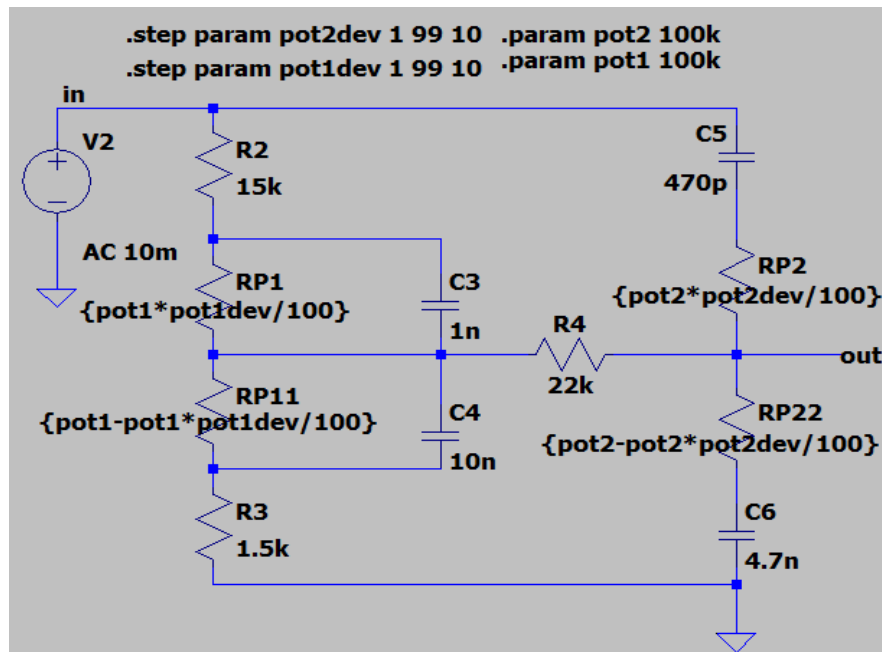
$$I_{C4} = \frac{0,5}{2,2K} = 0,227 \text{ mA}; V_{CE4} = V_{CC} - I_{C4} (R_2 + R_4)$$

$$\Rightarrow V_{CE4} = 12 - 0,23 \cdot 9,4 = 10,828 V > 0,6 V \Rightarrow T_4 \text{ in RAN}$$

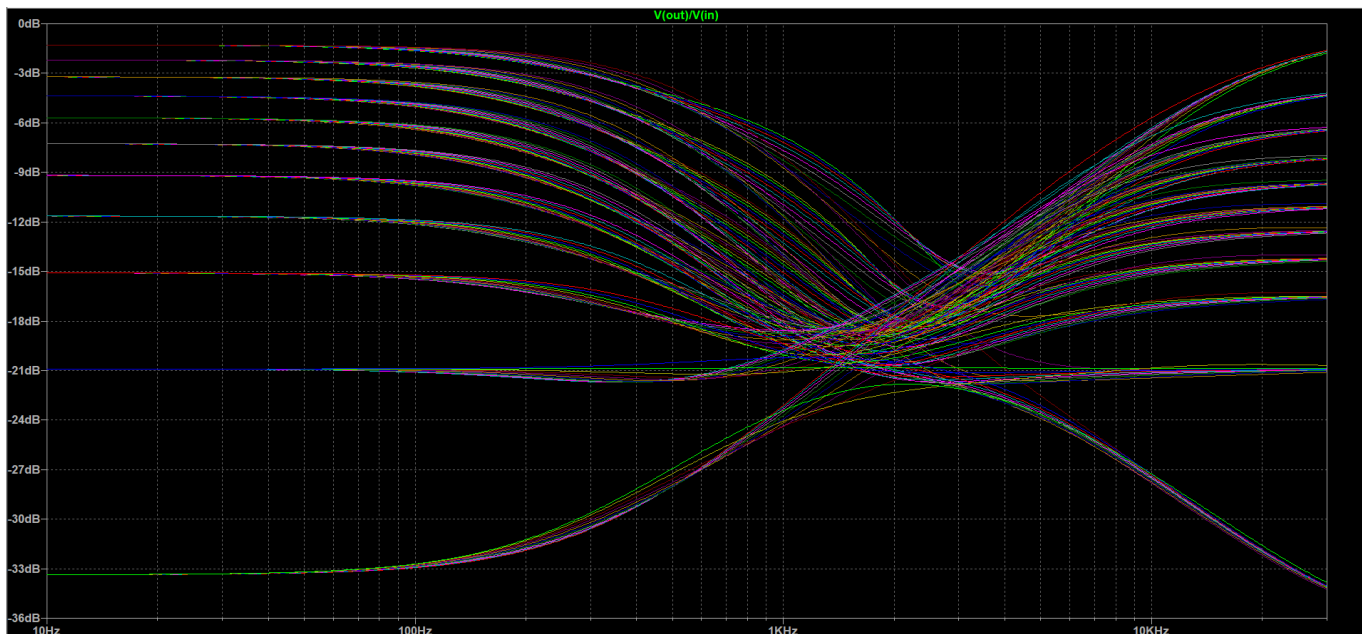


Se observa ca rezultatele calculate sunt aproximativ egale cu cele simulate.

3.2 Simularea circuitului de corectie de ton in LTSpice

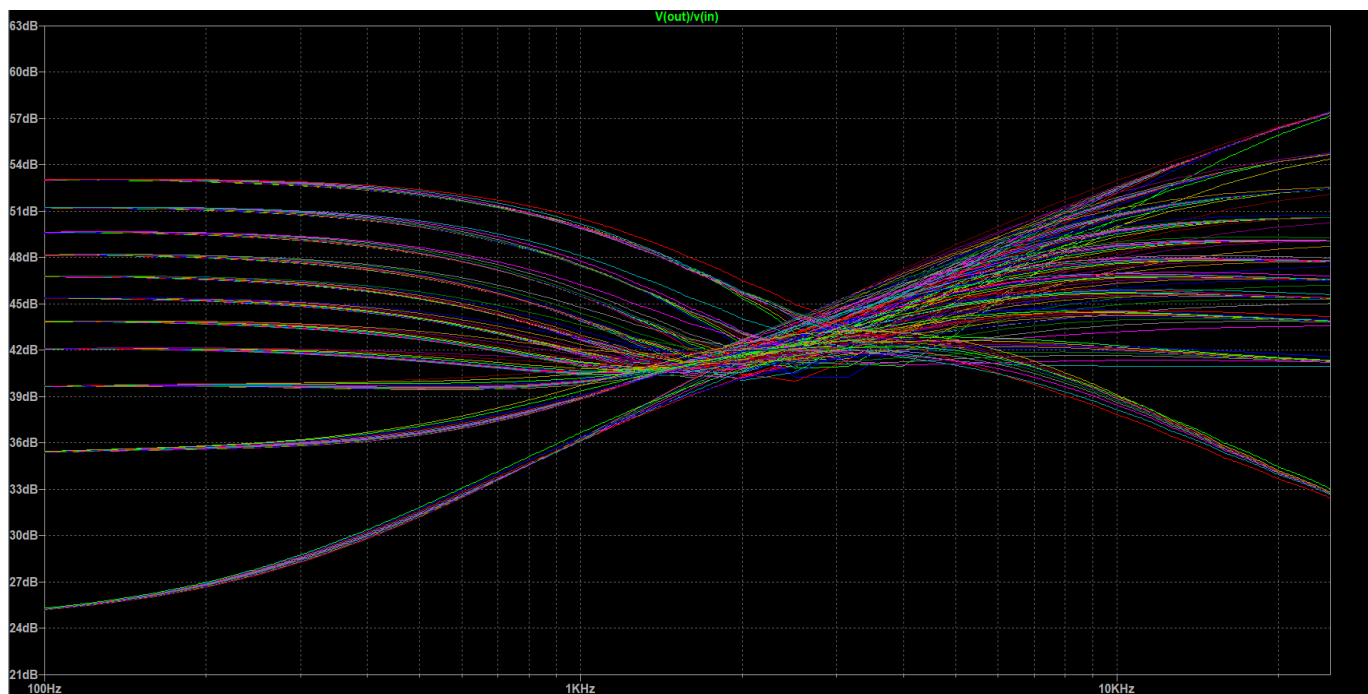
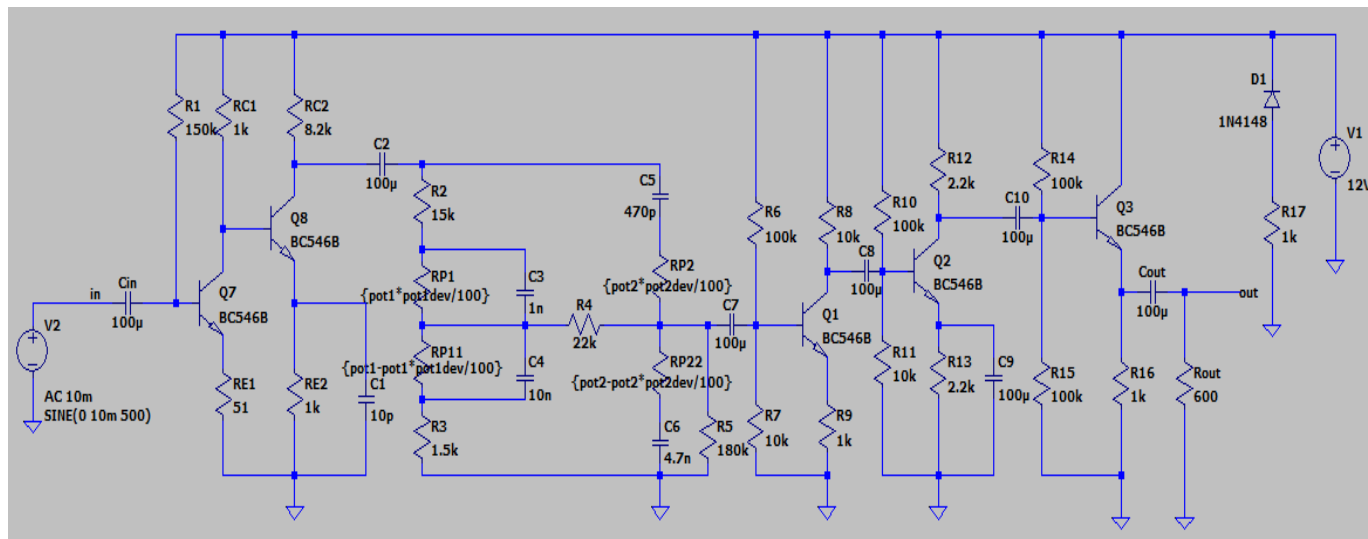


Vom realiza aceeasi simulare ca si pentru amplificator.



Se observa atenuarea de aproximativ 20 dB introdusa de circuit , totusi la frecventa de jos de 200 Hz si cea de sus de 6 kHz avem +/- 12 dB , conform cerintelor de proiectare.

3.3 Simularea preamplificatorului cu corectie de ton in LTSpice



Din simulare se observa cum la frecventa neutra de 2 kHz avem un castig de aproximativ 40 dB iar la frecventele de 200 Hz si 6 kHz avem cei +/- 12 dB.

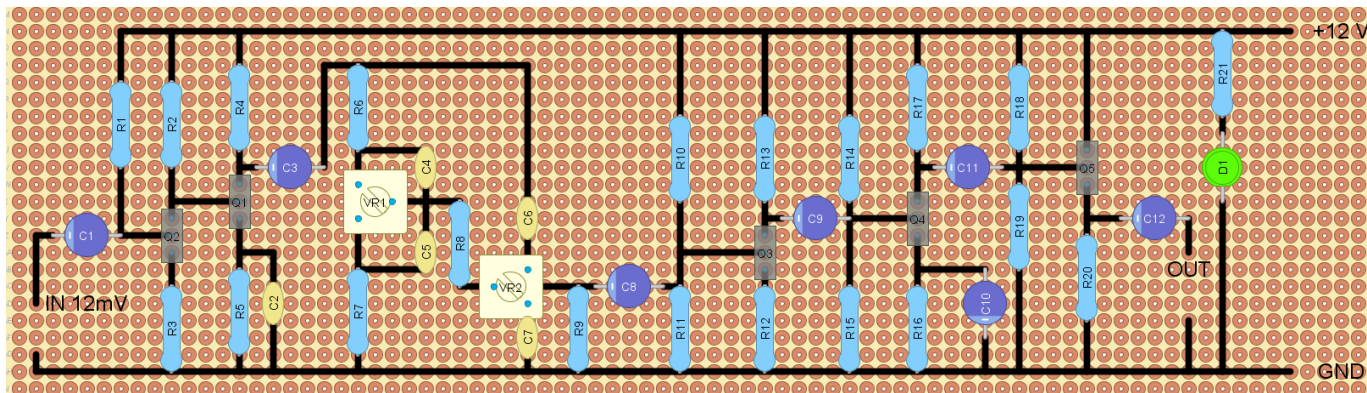
4. ASAMBLARE

4.1 Raport de post-procesare - Bill of materials (BOM)

Deoarece circuitul a fost proiectat cu gândul de a fi realizat în THT, valorile componentelor sunt alese astfel încât să nu trebuiască să se construiască componente de valori specifice din componente cu valori reale. Astfel în circuit sunt prezente doar valori de componente ce se găsesc în THT.

Nr. Crt.	Nume	Cod distrib	Nume prod	Prod	Clasă	Distribuitor	Nr. Buc.
1	51	CF1/4W-51R	CF1/4W-51R	SR PASSIVES	rezistor	TME România	1
2	1k	CF1/4W-1K	CF1/4W-1K	SR PASSIVES	rezistor	TME România	5
3	1.5k	CF1/4W-1K5	CF1/4W-1K5	SR PASSIVES	rezistor	TME România	1
4	2.2k	CF1/4W-2K2	CF1/4W-2K2	SR PASSIVES	rezistor	TME România	2
5	8.2k	CF1/4W-8K2	CF1/4W-8K2	SR PASSIVES	rezistor	TME România	1
6	10k	CF1/4W-10K	CF1/4W-10K	SR PASSIVES	rezistor	TME România	3
7	15k	CF1/4W-15K	CF1/4W-15K	SR PASSIVES	rezistor	TME România	1
8	22k	CF1/4W-22K	CF1/4W-22K	SR PASSIVES	rezistor	TME România	1
9	100k	CF1/4W-100K	CF1/4W-100K	SR PASSIVES	rezistor	TME România	4
10	150k	CF1/4W-150K	CF1/4W-150K	SR PASSIVES	rezistor	TME România	1
11	180k	CF1/4W-180K	CF1/4W-180K	SR PASSIVES	rezistor	TME România	1
12	100k	T75R-100K	T75R-100K	SR PASSIVES	potențiomtru	TME România	2
13	10pF	CCK-10P	CCK-10P	SR PASSIVES	condensator	TME România	1
14	470pF	CCK-470P	CCK-470P	SR PASSIVES	condensator	TME România	1
15	1nF	CC-102/100	CC-102/100	SR PASSIVES	condensator	TME România	1
16	4.7nF	CCK-4N7	CCK-4N7	SR PASSIVES	condensator	TME România	1
17	10nF	CCK-10N	CCK-10N	SR PASSIVES	condensator	TME România	1
18	100uF	SD1V107M6L011BB	SD1V107M6L011BB	SAMWHA	condensator	TME România	7
19	LED	LL-204GD2A-1A	LL-204GD2A-1A	LUCKY LIGHT	LED	TME România	1
20	NPN	BC546BBK-DIO	BC546BBK	PTC SEMICONDUCT	tranzistor bipolar	TME România	5

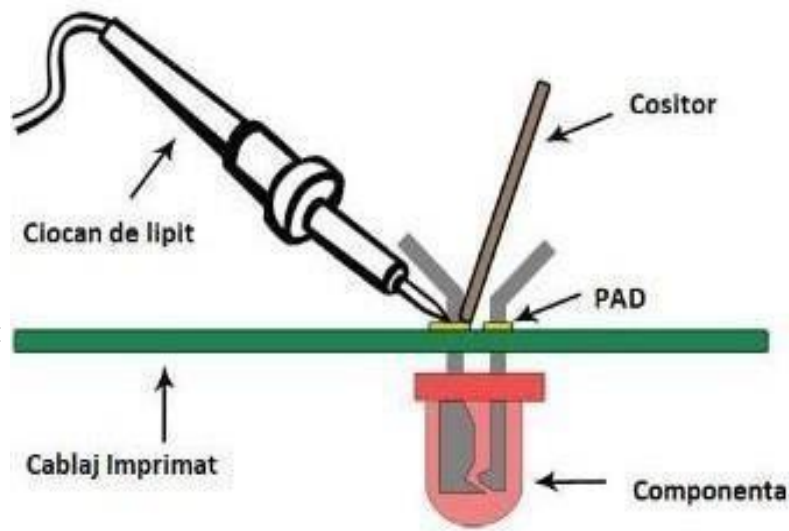
4.2 Plan de plantare pe perfo-board



4.3 Mod de realizare

În asamblarea convențională THT, componentele cu fir sau prin inserție (denumite și componente THT) sunt plasate în găuri perforate în PCB-uri, care sunt apoi fixate pe plăcuțele de contact folosind diferite tehnici de lipire. Aceste componente diferă de componentele montate pe suprafață (SMT) deoarece au fire care le conectează "prin" găurile din plăci, mai degrabă decât așezându-le pe pastă de lipit de pe suprafața unui PCB.

Chiar dacă metodele de asamblare SMT au înlocuit în mare parte procesul de asamblare convențional mai scump, ce necesită o muncă mai intensă, există încă multe utilizări pentru THT în piața de producție de electronice din ziua de azi, inclusiv electronice de înaltă performanță (rezistoare / relee de înaltă tensiune), componente cu solicitări mecanice ridicate (conector, întrerupătoare) și componente mari (de exemplu condensatoare, inductoare). După ce componentele THT sunt așezate manual pe plăci, există în general trei tehnici diferite de lipire care sunt utilizate:



Lipirea în Val

Cu lipirea în val, componentele sunt lipite pe plăci în trei etape. Mai întâi, fluxul de spumă este aplicat uniform pe partea inferioară a perfo-board-ului, astfel încât este acoperit în întregime. Apoi, materialul de flux este activat cu o unitate preîncălzită și încălzit până la temperatura de lipire. În procesul de lipire convențional, plăcile sunt apoi deplasate printr-un val de lipit turbulent. Aliajul de lipire se atașează la pinii componentelor din orificiile de contact. După o perioadă de răcire, aliajul se întărește și fixează permanent componenta pe placă. În timpul etapei finale, plăcile sunt răcite și deplasate într-o baie de spălare, unde materialul de flux rămas este curățat.

Lipirea Manuală

Ori de câte ori lipirea în val nu este posibilă, se utilizează asamblarea manuală. Asamblarea manuală este realizată de tehnicienii cu o mare experiență, care sunt instruiți folosind standardele MIL.

Lipirea Selectivă

Pentru comenzile de producție în serie, lipirea selectivă permite componentelor THT să fie plasate pe plăci care altfel nu ar fi eligibile pentru lipirea în val. În astfel de cazuri, recurgem la procese de lipire selectivă, parțial sau total automatizate, atunci când trebuie aplicată o cantitate predeterminată de cositor sau dacă o anumită zonă a plăcii trebuie să fie păstrată fără material de flux. Aceste tipuri de cerințe de producție sunt tipice pentru clienții din industria auto.

5. MANUAL DE UTILIZARE

Preamplificatorul a fost proiectat pentru a funcționa optim la tensiunea de alimentare de 11V. Tensiunea de intrare se recomandă a avea valoarea de 10 mV.

- Se vor conecta bornele – la borna GND
- Tensiunea de IN se va conecta la borna VIN (borna +, 10 mV)
- Tensiunea de iesire se va conecta la borna VOUT
- A nu se atinge componentele sau conexiunile în timpul funcționării
- A se manevra ținându-se de marginile plăcii de asamblare
- A nu se folosi în afara intervalului de temperatură de (-30°C, 75°C)
- Nu se recomandă schimbarea componentelor circuitului, în acest caz, comportamentul nu poate fi determinat
- A se feri de umezeală și expunerea îndelungată la razele soarelui
- A nu se lăsa la îndemâna copiilor, decât sub supravegherea unui adult

6. BIBLIOGRAFIE

- <http://www.dce.pub.ro>
- <https://www.newmatik.com/ro/productie-electronice/asamblare-tht>
- <https://www.soundstil.ro/blog/cum-functioneaza-un-amplificator-audio-principii-de-baza>
- https://www.steinstokholm.com/preamp-tech-docs.html?fbclid=IwAR1uvGZrTReS0sk9qr2X_X7napzLLQJethubOoHfrOWAzy-WYo1dYzORNQ
- <https://learnabout-electronics.org/Amplifiers/amplifiers42.php>
- Note de curs - Circuite electronice fundamentale, Dragoş Dobrescu